

# SKRIPSI

## PENGOLAHAN AIR LINDI (*LEACHATE*) TPA BENOWO DENGAN PROSES BIOLOGI MENGUNAKAN SISTEN STEP AERATION



Oleh :

**YUDID KURNIAWAN**  
**0652010028**

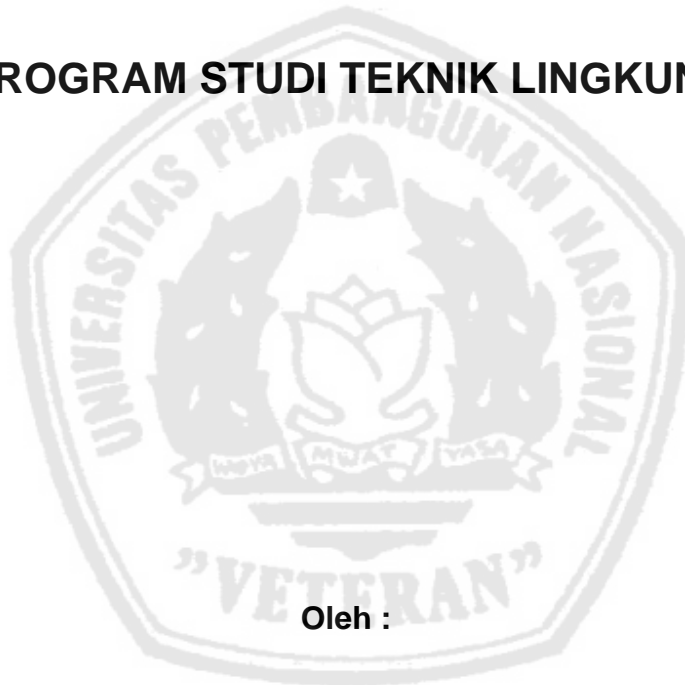
**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
2011**

# **SKRIPSI**

## **PENGOLAHAN AIR LINDI (*LEACHATE*) TPA BENOWO DENGAN PROSES BIOLOGI MENGUNAKAN SISTEM STEP AERATION**

**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik ( S-1)**

### **PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**



Oleh :

**YUDID KURNIAWAN**

**0652010028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
2011**

# SKRIPSI

## PENGOLAHAN AIR LINDI (*LEACHATE*) TPA BENOWO DENGAN PROSES BIOLOGI IONMENGGUNAKAN SISTEM STEP AERAT

Oleh :

**YUDID KURNIAWAN**

**0652010028**

Telah dipertahankan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada hari : ..... Tanggal : .....

Menyetujui  
Pembimbing

Penguji I

Okik Hendriyanto C.,ST.,MT  
NIP: 3 7507 99 0172 1

Ir. Naniek Ratni JAR,M,KES  
NIP: 19590729 198603 2 00 1

Penguji II

Mengetahui  
Ketua Program Studi

Dr. Ir. Munawar Ali,MT  
NIP:19600401 198803 1 00 1

Penguji III

Ir. Tuhu Agung R., MT  
NIP: 19620501 198803 1 00 1

Dr.Ir. Rudy Laksmono, MS  
NIP:19580812 198503 1 00 2

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh  
gelar sarjana (S1), tanggal : .....  
Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Ir. Naniek Ratni JAR, M, KES  
NIP: 19590729 198603 2 00 1

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kepada ALLAH SWT, atas berkat dan rahmad-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **PENGOLAHAN AIR LINDI (*LEACHATE*) TPA BENOWO DENGAN PROSES BIOLOGI MENGGUNAKAN SISTEN STEP AERATION** sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

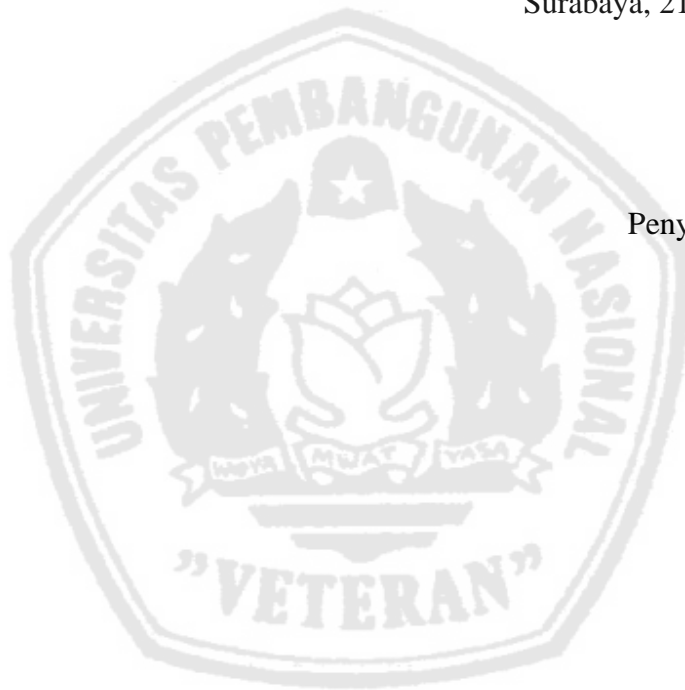
Penulisan skripsi ini tidak dapat terwujud tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada bapak OKIK H C, ST., MT selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi dan tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Naniek Ratni JAR. M Kes selaku Dekan Fakultas Sipil dan Perencanaan UPN”VETERAN”JAWA TIMUR.
2. Bapak Ir. Tuhu Agung R, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan UPN”VETERAN”JAWA TIMUR.
3. Bapak Okik H C, ST, MT selaku dosen pembimbing
4. Kedua orang tua kami yang telah memberikan dukungan moril dan material yang sangat berarti bagi kami.
5. Any Bayu Ajeng Pratiwi yang telah memberikan dukungan dan semangat buat saya untuk menyelesaikan Skripsi ini, terima kasih banyak.
6. Untuk teman – teman angkatan '06 dan seluruh mahasiswa TL UPN yang secara tidak langsung maupun langsung terselesainya laporan ini, semoga TL tetap jaya dan tetap jaya selamanya serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhirnya kami berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kami dan atau teman – teman kami. Kami menyadari keterbatasan kemampuan yang ada pada diri kami, maka kami mohon maaf sebesar – besarnya. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan tugas ini.

Surabaya, 21 April 2011

Penyusun



## DAFTAR ISI

KATAPENGANTAR.....	i
INTISARI.....	ii
ABSTRACT.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR GRAFIK.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
I. 1 Latar Belakang.....	1
I. 2 Perumusan Masalah.....	2
I. 3 Tujuan Penelitian.....	2
I. 4. Manfaat.....	3
I. 5. Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II. 1 Lindi.....	4
II. 2 Pengolahan limbah secara biologis. ....	5
II. 2. 1 Proses anaerob.....	7
II. 2. 2 Proses aerob.....	8
II. 3. Pertumbuhan bakteri aerob.....	11
II. 4. Landasan teori.....	15
II. 4. 1. Proses lumpur aktif ( <i>aktivated sludge</i> ).....	16

II. 4. 2. Faktor yang mempengaruhi pada lumpur aktif.....	22
II. 4. 3. Aerasi.....	23
II. 4. 4. Step Aerasi.....	25

### BAB III . METODE PENELITIAN

III. 1 Bahan yang digunakan.....	27
III. 2 Peralatan penelitian.....	27
III. 3 Variabel yang digunakan .....	28
III. 4. Kerangka penelitian.....	29
III. 5. Rangkaian alat penelitian.....	30
III. 6. Prosedur penelitian	
III. 6. 1. Sumber limbah.....	31
III. 6. 2. Pembenihan (seeding) dan aklimatisasi.....	32
III. 6. 3. Parameter yang dikontrol.....	32
III. 6. 3. Parameter yang dianalisa.....	33

### BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

IV. 1 Umum.....	34
IV. 2 Pengaruh variabel debit dan rasio resirkulasi terhadap efisiensi .....	38
Penyisihan BOD pada bak klarifier	
IV. 3 Pengaruh variabel debit dan rasio resirkulasi terhadap efisiensi .....	42
Penyisihan COD pada bak klarifier	
IV. 2 Pengaruh variabel debit dan rasio resirkulasi terhadap efisiensi .....	46
Penyisihan TSS pada bak klarifier	

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V. 1 Kesimpulan.....49

V. 2 Saran.....50

#### DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

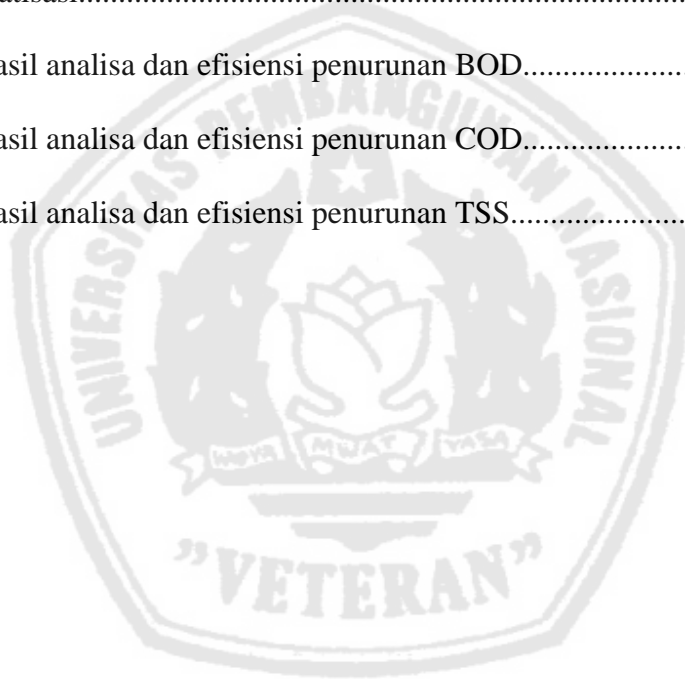
LAMPIRAN D





## DAFTAR TABEL

Tabel karakteristik lindi dari sampah domestik.....	6
Tabel distribusi bakteri Heterobik dalam lumpur aktif standart.....	12
Tabel Step aeration.....	26
Tabel analisa awal dan baku mutu.....	34
Tabel Aklimatisasi.....	36
Tabel data hasil analisa dan efisiensi penurunan BOD.....	38
Tabel data hasil analisa dan efisiensi penurunan COD.....	42
Tabel data hasil analisa dan efisiensi penurunan TSS.....	46



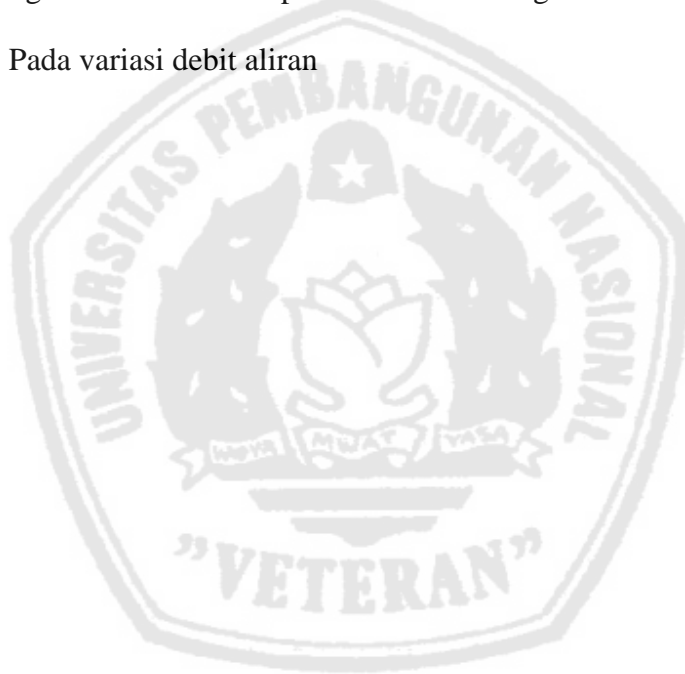
## DAFTAR GAMBAR

Gambar kurva pertumbuhan bakteri.....	15
Gambar diagram alir lumpur aktif.....	20
Gambar proses kerja Step aerasi.....	30



## DAFTAR GRAFIK

- Grafik hubungan antara efisiensi penurunan BOD dengan rasio.....40  
resirkulasi Pada variasi debit aliran
- Grafik hubungan antara efisiensi penurunan COD dengan rasio.....44  
resirkulasi Pada variasi debit aliran
- Grafik hubungan antara efisiensi penurunan TSS dengan rasio.....47  
resirkulasi Pada variasi debit aliran



## INTISARI

Air lindi adalah cairan sampah hasil campuran bahan terlarut maupun tersuspensi dengan kandungan polutan tinggi yang terkandung di dalam sampah. Lindi merupakan cairan yang terbentuk dari senyawa – senyawa kimia hasil dekomposisi sampah dan air yang masuk kedalam timbunan sampah yang berasal dari air hujan, saluran drainase, air tanah, atau sumber lainnya yang terdapat di sekitar TPA Benowo. Penampungan TPA Benowo berpotensi menghasilkan limbah air lindi yang merembes ke dalam tanah dan mengalir di permukaan tanah di sekitar TPA Benowo. Air lindi yang berasal dari penampungan sampah dapat berdampak pada semakin tingginya tingkat pencemaran lingkungan di sekitar TPA Benowo.

Untuk itu perlu dilakukan pengamatan dan analisa terhadap kualitas air lindi yang timbul khususnya pada musim hujan dan kemarau dengan kuantitas berbeda di setiap musimnya. Dari kajian yang dilakukan pada lokasi TPA Benowo, maka perlu adanya upaya pengolahan terhadap air lindi yang ada sebelum di buang ke badan air/sungai. Pada penelitian ini menggunakan proses biologis secara aerob dengan menggunakan sistem aerasi bertingkat dengan menggunakan variabel debit 100 ml/mnt, 150 ml/mnt, 200 ml/mnt, 250 ml/mnt, 300 ml/mnt dan rasio resirkulasi 20 %, 25 % dan 30 %.

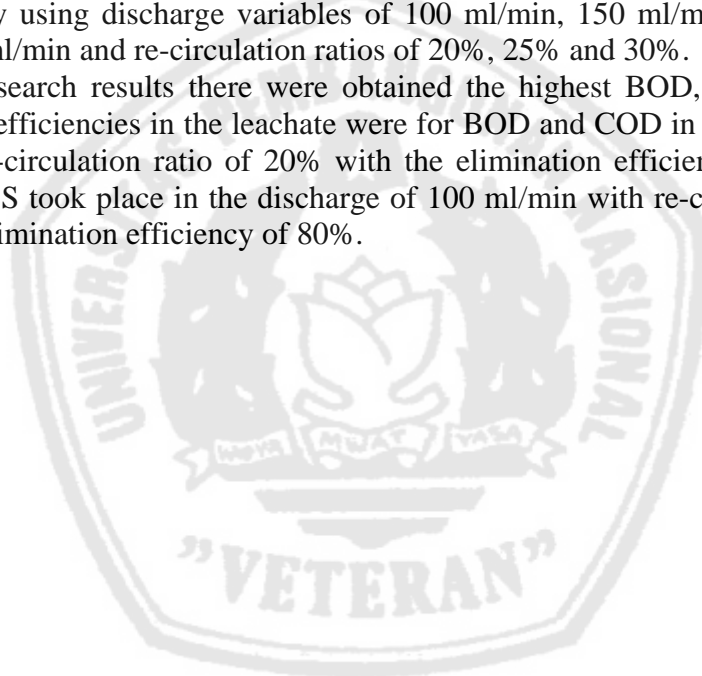
Dari hasil penelitian diperoleh efisiensi penurunan kandungan BOD, COD dan TSS tertinggi pada air lindi adalah untuk BOD dan COD pada debit 100 ml/mnt dengan rasio resirkulasi sebesar 20 % dengan efisiensi penyisihan sebesar 97 % dan 98 %, sedangkan untuk TSS terjadi pada debit 100 ml/mnt dengan rasio resirkulasi sebesar 25 % dengan efisiensi penyisihan sebesar 80 %.

## ABSTRACT

Leachate is a trash liquid as a product of mixture of both solute and suspension with the high pollutant content contained in the trash. Leachate is a liquid formed from chemical compounds as a product of trash and water decompositions enter into trash pile coming from rain water, drainage duct, ground water, another sources around the *TPA* (landfill/last disposal site) of Benowo. Leachate coming from the trash-collecting site can have impact on the increasingly high the environmental contamination level around the *TPA* of Benowo.

For that reason, it is needed to make observation and analysis to the leachate quality emerged particularly in the rainy and dry seasons with the different qualities in each season. From the study did at the *TPA* of Benowo location, thus it was needed the availability of processing effort to the leachate existed before it was disposed to the water body/river. In this research used aerobically biological process by using the multilevel aeration system by using discharge variables of 100 ml/min, 150 ml/min, 200 ml/min, 250 ml/min, 300 ml/min and re-circulation ratios of 20%, 25% and 30%.

From the research results there were obtained the highest BOD, COD and TSS contents decrease efficiencies in the leachate were for BOD and COD in the discharge of 100 ml/in with re-circulation ratio of 20% with the elimination efficiency of 97% and 98%, while for TSS took place in the discharge of 100 ml/min with re-circulation ration of 25% with the elimination efficiency of 80%.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

. Adanya peraturan daerah yang mengatur tentang standart baku mutu air limbah yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air membuat industri – industri di Indonesia melakukan proses pengolahan terlebih dahulu terhadap limbah yang dihasilkan dari proses produksi, karena apabila tidak dilakukan proses pengolahan dapat berakibat pencemaran lingkungan, misalkan saja beberapa kasus pencemaran TPA dengan mudah dapat dilihat di kota-kota yang menerapkan metode pembuangan akhir tanpa menggunakan pengolahan terlebih dahulu. Kasus pencemaran TPA yang secara potensial menimbulkan konflik sosial dan berakibat pada adanya penolakan keberadaan TPA antara lain adalah adanya pencemaran *leachate*

Pada landfill baru, banyak mengandung senyawa organik *biodegradable* dan sebanyak 95 % senyawa organik terkandung dalam lindi. Landfill yang dipunyai oleh pemerintah surabaya adalah TPA Benowo. Daerah TPA Benowo merupakan salah satu kawasan yang letaknya mendekati kolam perikanan milik penduduk setempat. Air buangan yang dihasilkan TPA Benowo bisa saja dapat mengganggu kehidupan biota perairan sekitar. Hal ini menjelaskan tentang perlunya TPA dilengkapi fasilitas bangunan pengolahan air lindi

Salah satu sumber pencemaran yang mempunyai dampak serius terhadap lingkungan, karena lindi mempunyai angka COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) yang tinggi yaitu bisa mencapai 45.000 mg/L dan 30.000 mg/L. Sehingga lindi ini dapat mencemari air tanah maupun air permukaan jika meresap ke dalam tanah jadi perlu adanya pengolahan sebelum air lindi dibuang badan (Anonim, 2008).

Berdasarkan penelitian sebelumnya terhadap pengolahan lindi dengan sistem reaktor aerasi maupun secara sistem pasir aktif (*activated sludge*) tingkat efisiensi penurunan konsentrasi BOD, COD, TSS masih berada di kisaran antara 60 % - 80 % jadi diharapkan dengan adanya pengolahan air lindi dengan sistem step aerasi ini efisiensi penurunan konsentrasi BOD, COD, TSS mencapai nilai di atas 80 %, sehingga sistem step aerasi ini dapat dijadikan sebagai alternatif terbaik dalam pengolahan air lindi.

## **I.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan hal-hal yang telah dipaparkan pada latar belakang maka permasalahan yang berkaitan dengan pengolahan air lindi secara aerob adalah kandungan COD, BOD dan TSS yang menyebabkan lingkungan rusak, maka diolah dengan proses aerob, dan hasil yang diinginkan sesuai dengan badan penerima.

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. menurunkan BOD, COD dan TSS yang terkandung dalam lindi dari TPA Benowo.

2. menentukan kondisi yang terbaik pada debit (ml/menit) dan Ratio Resirkulasi

#### **I.4 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk:

1. melindungi kualitas lingkungan terutama badan air yang terletak dekat TPA Benowo.
2. untuk memberi masukan mengenai pemanfaatan pengolahan aerob dengan menggunakan proses Step Aeration yang dapat menurunkan konsentrasi BOD, COD dan TSS dalam lindi. Sehingga pencemaran akibat dari lindi dapat diminimalkan.

#### **I.5 Ruang Lingkup**

Untuk membatasi agar dalam pemecahan masalah nantinya tidak menyimpang dari ruang lingkupnya telah ditentukan maka akan ditetapkan:

1. lindi yang digunakan berasal dari TPA Benowo.
2. menurunkan kandungan beban organik (BOD, COD dan TSS) yang terkandung dalam air lindi.